Iranian Journal of Pulses Research
Homepage: https://ijpr.um.ac.ir
Vol. 13, No. 1, June 2022, p. 24-36
Original Research; DOI: 10.22067/ijpr.v13i1.83891

پژوهش‌های حبوبات ایران
سال(دوره) ۱۳ شمارهٔ۱، نیمهٔ اوّل ۱۴۰۱
صفحهٔ ۳۶-۲۴، نوع مقاله: پژوهشی

تأثیر پرایمینگ و دما بر خصوصیات سبزشدن و استقرار گیاهچه دو ژنوتیپ عدس (*Lens culinaris* Medik.) با قدرت جوانه‌زنی کم و زیاد

سید جلال آذری[1]، مهدی پارسا[2]، احمد نظامی[3]، رضا توکل افشاری[4] و جعفر نباتی[5]*

۱- دانشجوی دکتری زراعت، دانشگاه تربیت مدرس؛ sjamnt@gmail.com
۲- دانشیار گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد؛ parsa@um.ac.ir
۳- استاد گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد؛ nezami@um.ac.ir
۴- استاد گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد؛ tavakolafshari@um.ac.ir
۵- استادیار پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد؛ jafarnabati@ferdowsi.um.ac.ir

تاریخ‌ها:
دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۳۰، بازنگری: ۱۳۹۹/۰۲/۲۷، پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۱۴؛ انتشار آنلاین مقاله: ۱۴۰۱/۰۴/۰۱

نحوه ارجاع به مقاله:
آذری، س.ج.، پارسا، م.، نظامی، ا.، توکل افشاری، ر.، و نباتی، ج. ۱۴۰۱. تأثیر پرایمینگ و دما بر خصوصیات سبزشدن و استقرار گیاهچه دو ژنوتیپ عدس (*Lens culinaris* Medic.) با قدرت جوانه‌زنی کم و زیاد. پژوهش‌های حبوبات ایران ۱۳(۱): ۳۶-۲۴.

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر کاهش اثرات تنش سرما، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در شرایط کنترل‌شده در دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۶ اجرا گردید. عوامل آزمایش شامل ژنوتیپ‌های عدس (رباط و کالپوش)، پرایمینگ (شش سطح شاهد، اسیدجیبرلیک، نیترات‌پتاسیم، سولفات‌روی، محلول آبنوش‌بذر دایان و هیدروپرایمینگ) و دما (۵، ۱۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد) بود. بذرها پس از پرایمینگ در گلدان‌کشت و به اتاقک رشد جهت اعمال دما منتقل شدند. بیشترین درصد سبز (۳۴/۴) در شاهد و دمای پنج درجه سانتی‌گراد در رقم رباط به‌دست آمد. در میان تیمارها تنها در تیمار سولفات‌روی و هیدروپرایمینگ با افزایش دما از پنج به ۱۰ درجه سانتی‌گراد سرعت سبزشدن افزایش یافت. قدرت‌بذر در ژنوتیپ رباط در تمامی سطوح دمایی بیش از ژنوتیپ کالپوش بود و در هر دو ژنوتیپ با افزایش دما قدرت‌بذر افزایش یافت. بیشترین قدرت‌بذر (۴/۹۱) در ژنوتیپ رباط و دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد در پرایمینگ با محلول آبنوش بذر دایان حاصل شد. در هر دو ژنوتیپ با افزایش دما ارتفاع بوته افزایش یافت. در هر دو ژنوتیپ با افزایش دما تعداد برگ افزایش یافت و سولفات‌روی موجب کاهش تعداد برگ گردید. بیشترین تعداد برگ (چهار) در ژنوتیپ رباط دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد و پرایمینگ با محلول آبنوش‌بذر دایان حاصل شد. بیشترین طول ریشه (۴/۰۴ سانتی‌متر) در پرایمینگ با محلول آبنوش‌بذر دایان و دمای پنج درجه سانتی‌گراد حاصل شد. به‌طورکلی پرایمینگ با اسیدجیبرلیک در بیشتر خصوصیات مورد بررسی باعث کاهش اثرات دمای پایین بر بذر عدس شد و به‌عنوان مناسب‌ترین تیمار توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: تنش سرما؛ حبوبات؛ درصد سبزشدن؛ قدرت بذر؛ هیدروپرایمینگ

مقدمه

حبوبات، منبع اصلی پروتئین در کشورهای درحال‌توسعه هستند و لذا نقش ویژه‌ای در تولید غذا در این کشورها دارند (Saxena, 1993). پروتئین حبوبات در واریته‌های مختلف در محدوده ۳۰-۲۰ درصد بر مبنای وزن خشک قرار دارد (Qayyum *et al*., 2012). عدس (*Lens culinaris* Medic) از جمله حبوباتی است که غالباً در اراضی حاشیه‌ای و در خاک‌های نه‌چندان حاصلخیز کشت می‌شود (Singh & Saxena, 1993).

عدس، سرمادوست و روزبلند بوده و از ارتفاع صفر تا ۳۵۰۰ متری از سطح دریا قابل کشت است. دمای مناسب جهت رشد عدس ۲۵-۱۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد، ولی دماهای بالا تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد جهت توسعه کانوپی این گیاه لازم است (Zyai *et al*., 2012). هرچند این گیاه متحمل به سرما است، ولی دمای زیر ۱۰ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی را

* نویسنده مسئول: jafarnabati@um.ac.ir

به تأخیر انداخته و رشد رویشی را کم می‌کند (Johansen *et al*., 1994). کشت بهاره عدس اگرچه کشت متداول در ایران به شمار می‌رود، لیکن کشت زمستانه عدس در صورت موفقیت نسبت به کشت بهاره مزایایی دارد. از جمله آن می‌توان به داشتن عملکرد معادل یا بالاتر از کشت بهاره، بهره‌مندی از شرایط محیطی و نهاده‌های کشاورزی در بازه زمانی طولانی‌تر، سازگاری بیشتر با نظام‌های شخم حفاظتی و کاهش فشردگی خاک، جلوگیری از تأخیر کشت بهاره، توسعه سطح زیرکشت و تولید آن و بالاخره منطبق‌شدن با تناوب‌های زراعی در اغلب محصولات اشاره کرد (Sharifi *et al*., 2000). آزمایشی در ترکیه نشان داده است که عملکرد کشت پاییزه عدس می‌تواند ۵۰ تا ۱۰۰ درصد بیشتر از کشت سنتی بهاره باشد (Sakar *et al*., 1998). پژوهش‌های پیشین نشان داد که میانگین ارتفاع بوته عدس در کشت پاییزه و زمستانه ۴۳ درصد بیشتر از کشت بهاره بود و بیشترین عملکرد عدس (۱۴۸۶ کیلوگرم در هکتار) از کشت پاییزه حاصل شد (Mousavi & Ahmadi, 2009). معمولاً کشت در پاییزه همواره با چالش دمای پایین همراه است.

دماهای پایین اغلب رشد و بهره‌وری گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند که باعث تلفات قابل‌توجهی از محصول می‌شود. گیاهان مختلف معمولاً در تحمل به سرمازدگی (دماهای صفر تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد) و یخزدگی (دماهای زیر صفر درجه سانتی‌گراد) واکنش‌های متفاوتی را نشان می‌دهند (Sanghera *et al*., 2011). تأخیر در سبزشدن و کاهش درصد سبز بذرها در اثر سرمای پاییزه اتفاق می‌افتد (Davey *et al*., 2005). بنابراین می‌توان از پرایمینگ به‌عنوان روشی برای بهبود جوانه‌زنی بذور استفاده کرد (Sakar *et al*., 1998).

پرایمینگ بذر روشی است که در آن به بذر اجازه جذب آب به صورت کنترل شده داده می‌شود تا فعالیت‌های اولیه جوانه‌زنی شروع گردد، اما از خروج ریشه‌چه جلوگیری می‌گردد، سپس رطوبت بذر به مقدار اولیه کاهش داده می‌شود. بذر در هنگام کاشت زمان قابل‌توجهی را صرف جذب آب می‌کند. با کاهش این زمان می‌توان سرعت جوانه‌زنی و خروج جوانه از خاک را تسریع نمود (Toselli & Casenave, 2002). گزارش شده است که پرایمینگ بذور لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) باعث افزایش درصد سبزشدن، سرعت تثبیت خالص دی اکسید کربن و افزایش تثبیت نیتروژن شده است (Majda *et al*., 2019). هیدروپرایمینگ بذور پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانتی شده که باعث کاهش پراکسید هیدروژن خواهد شد (Naguib, 2019).

تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر کاهش اثرات دمای پایین بر وضعیت سبزشدن و رشد گیاهچه و انتخاب مناسب‌ترین تیمار پرایمینگ بذور برای کاهش اثرات سرما در دو ژنوتیپ عدس با قدرت جوانه‌زنی متفاوت انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در دانشگاه فردوسی مشهد در شرایط کنترل‌شده، به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در سال ۱۳۹۶ اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل دو ژنوتیپ عدس (رباط و کالپوش)، پرایمینگ در شش سطح، شامل عدم پرایمینگ به‌عنوان شاهد، اسیدجیبرلیک ($C_{19}H_{22}O_6$) با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر (Azarnia *et al*., 2016)، محلول آبنوش بذر دایان چهار میلی‌لیتر در یک لیتر آب (شرکت خوشه‌پروران زیست‌فناور)، نیترات‌پتاسیم (KNO_3) غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر (Eskandari & Alizade Amaraei, 2014)، سولفات‌روی ($ZnSO_4$) غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر (Abutalebian & Mohagheghi, 2015) و هیدرو پرایمینگ (Ghassemi-Golezani *et al*., 2008) و دما در سه سطح، شامل ۵، ۱۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد بودند.

جهت اجرای آزمایش و اعمال تیمارها، تعداد ۴۰ عدد بذر به‌صورت تصادفی برای هر تیمار انتخاب و بذور در دمای ۱±۲۰ درجه سانتی‌گراد (Ghassemi-Golezani & Dalil, 2011) در داخل دستگاه ژرمیناتور ساخت شرکت گروک و در شرایط تاریکی به مدت ۱۶ ساعت قرار داده شدند. پس از پایان دوره پرایمینگ (۱۶ ساعت) بذور از محلول‌ها خارج و سپس تا خشک‌شدن کامل در محیط آزمایشگاه به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند. در ادامه ابتدا بذور با محلول هیپوکلریت سدیم (NaCLO) یک درصد به مدت پنج دقیقه ضدعفونی شدند (Mehdi Nejad Moghadam *et al*., 2018) و سپس سه مرتبه با آب مقطر شستشو داده شدند. پس از آن بذور آماده شده به تعداد ۱۰ عدد بذر در گلدان‌های با قطر ۱۱سانتی‌متر حاوی خاک سبک (ماسه، خاک برگ و خاک زراعی به نسبت برابر) کشت و به اتاقک رشد منتقل شدند. گلدان‌ها در معرض دماهای ۵، ۱۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. هدف از انتخاب این دماها، بهبود رشد گیاهچه به‌وسیله پرایمینگ در کشت پاییزه بود. در طول دوره آزمایش درصد سبزشدن، سرعت ۵۰ درصد سبزشدن و قدرت بذر اندازه‌گیری شد. از

زمان کشت بذور به مدت ۱۴ روز تعداد بذور سبزشده به‌صورت روزانه شمارش گردید. برای تعیین سرعت ۵۰ درصد سبزشدن از معادله (۱) استفاده شد.

معادله (۱) $$RS = \sum_{i=1}^{n} \frac{S_i}{D_i}$$

Rs، Si، Di و n به ترتیب سرعت ۵۰ درصد سبزشدن، بذور سبزشده روزانه، تعداد روز تا رسیدن به روز nام و تعداد روزهای شمارش‌شده می‌باشند (Kamkar *et al*., 2012).

جهت محاسبه درصد سبز از معادله (۲) استفاده شد.

معادله (۲)

$$\text{درصد سبز} = \sum n/N \times 100$$

قدرت بذر از معادله (۳) به دست آمد.

معادله (۳)

۱۰۰/میانگین طول گیاهچه (سانتی‌متر)×درصد سبزشدن =قدرت بذر

زمانی که گیاهان در مرحله سه تا چهار برگی بودند، میانگین ارتفاع بوته، تعداد برگ و طول ریشه ثبت گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS 9.4 انجام و مقایسۀ میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

درصد سبز

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تمامی تیمارها و برهمکنش آن‌ها بر درصد سبزشدن معنی‌دار بود (جدول ۱). برش‌دهی اثر دما در سطوح ژنوتیپ و پرایمینگ نشان داد که در دمای پنج و ۱۰ درجه سانتی‌گراد اثرات متقابل آن‌ها در سطح احتمال یک درصد ($P \leq 0.01$) معنی‌دار می‌باشد (جدول۲). در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد بیشترین درصد سبزشدن از ترکیب ژنوتیپ رباط و بدون پرایمینگ به‌دست آمد که با پرایمینگ بذر با نیترات‌پتاسیم و اسیدجیبرلیک در همین ژنوتیپ تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). در ژنوتیپ کالپوش پرایمینگ بذر با اسیدجیبرلیک نسبت به تیمار شاهد ۹۴/۴ درصد از درصد سبزشدن بالاتری برخوردار بود (جدول۳). در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین میزان این صفت از ترکیب ژنوتیپ رباط و بدون پرایمینگ حاصل شد (جدول ۳). در ژنوتیپ کالپوش پرایمینگ بذر با اسیدجیبرلیک نسبت به تیمار شاهد ۶۳/۷ درصد از درصد سبزشدن بالاتری برخوردار بود (جدول ۳). با افزایش دما از پنج به ۱۰ درجه سانتی‌گراد به دلیل مساعدشدن بهتر دما و کاهش میزان تنش سرما اثر پرایمینگ بر بذور مورد مطالعه کمتر شده است. به نظر می‌رسد بذور رباط از قدرت بالاتری برخوردار بوده و می‌توانند فاصله زمانی که بذور پرایم‌شده قبل از کشت را طی کرده‌اند را جبران نمایند، ولی بذور کالپوش که از قدرت کمتری برخوردار می‌باشند، تیمارهای پرایمینگ توانسته‌اند که قدرت این بذور را بهبود دهند. هیدروپرایمینگ بذور نخود باعث افزایش ۴۱/۷درصدی سبزشدن این بذور نسبت به بذور شاهد شده است، اما بین دو رقم مورد بررسی تفاوت معنی‌داری در این صفت وجود نداشته است (Mansoori & Aboutalebian, 2013). با افزایش دما شرایط مناسب برای جوانه‌زنی ژنوتیپ رباط کاهش یافته است، اما برای ژنوتیپ کالپوش شرایط مساعد شده است. به عبارت دیگر دمای بهینه ژنوتیپ رباط نسبت به کالپوش پایین‌تر می‌باشد و ژنوتیپ رباط نسبت به کالپوش سرمادوست‌تر می‌باشد (جدول ۳). در آزمایشی که روی دو ژنوتیپ عدس تحت تنش خشکی صورت گرفت، بیان شد که ژنوتیپ رباط نسبت به گچساران از درصد و سرعت جوانه‌زنی بالاتری برخوردار بود (Moradi *et al*., 2013). واکنش ارقام مختلف نخود (*Cicer arietinum* L.) به دما متفاوت می‌باشد، به‌طوری‌که رقم آرمان نسبت به هاشم، جم و بیوونیج از دمای پایه کمتری برخوردار می‌باشد و در دمای کمتری نسبت به این سه رقم جوانه می‌زند و از درصد سبزشدن بیشتری برخوردار می‌باشد (Torabi & Soltani, 2013). در آزمایش صورت گرفته روی بذور نخود فرنگی (*Pisum sativum* L.)، نتایج نشان داد که پرایمینگ این بذور با پلی‌اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور در دمای پایین (سه درجه سانتی‌گراد) نسبت به دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد شد؛ در حالی که پرایمینگ با آب مقطر (هیدروپرایمینگ) باعث افزایش این خصوصیات شد. همچنین نتایج نشان داد که بذور شاهد در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد نسبت به دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد از سرعت جوانه‌زنی کمتری برخوردار می‌باشند (Yusefi Tanha *et al*., 2015).

سرعت ۵۰ درصد سبزشدن

برهمکنش ژنوتیپ، دما و پرایمینگ بر سرعت ۵۰ درصد سبزشدن عدس معنی‌دار بود (جدول ۱). اثر ژنوتیپ و دما بر سرعت سبزشدن نشان داد که در ژنوتیپ رباط با افزایش دما به ۱۵ درجه سانتی‌گراد درصد سبزشدن نسبت به دماهای پنج و ۱۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۵۹ و ۸۲ درصد و در ژنوتیپ کالپوش به ترتیب ۳۶ و شش درصد افزایش یافت (جدول ۴). بیشترین درصد سبزشدن مربوط به ژنوتیپ رباط دمای ۱۵درجه سانتی‌گراد بود (جدول ۴). ژنوتیپ رباط در تمامی دماها (به‌جز دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد) نسبت به ژنوتیپ کالپوش از سرعت سبزشدن بالاتری برخوردار بود که نشان

می‌دهد ژنوتیپ رباط نسبت به کالپوش از قدرت بالاتری برخوردار می‌باشد. به نظر می‌رسد با افزایش دما سرعت واکنش‌های بیوشیمیایی افزایش پیدا کرده و در پی آن، سرعت جوانه‌زنی نیز افزایش یافته است (Kujawski *et al*., 2003).

برهمکنش ژنوتیپ و پرایمینگ بر سرعت سبزشدن نشان داد که ژنوتیپ رباط نسبت به ترکیب‌ها و روش‌های مختلف پرایمینگ واکنش مثبتی نشان نداد، به‌طوری‌که بیشترین سرعت سبزشدن در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۱). از سوی دیگر در ژنوتیپ کالپوش سرعت سبزشدن تحت تاثیر تمامی تیمارهای پرایمینگ نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت و بیشترین و کمترین افزایش به ترتیب در پرایمینگ با اسیدجیبرلیک (۱/۱۵ برابر) و سولفات‌روی (پنج درصد) مشاهده شد (شکل ۱) که نشان‌دهنده اثر مثبت و مفید پرایم بر ژنوتیپ کالپوش می‌باشد. اِعمال تیمار پرایمینگ با آب اثر معنی‌داری بر سرعت و درصد سبزشدن نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط مزرعه داشته است و هر دو را به‌طور قابل‌توجهی افزایش داده است و این افزایش به ترتیب در سرعت و درصد سبزشدن بذرها ۳۱ و ۴۱/۷ درصد بوده است (Mansoori & Abutalebian, 2013).

جدول۱- منابع تغییر، میانگین مربعات، درجه آزادی اثر دما و پرایمینگ بر صفات سبزشدن دو ژنوتیپ عدس در شرایط کنترل‌شده

Table 1. Source of variance, mean square and degree freedom, effect of temperature and priming on emergence characteristics of two lentil genotypes under control conditions

منابع تغییرات S. O. V	درجه آزادی df	درصد سبزشدن Germination %	سرعت ۵۰ درصد سبزشدن 50% Germination rate	قدرت بذر Seed vigor	ارتفاع بوته Plant height	تعداد برگ Leaves No.	طول ریشه Root length
Genotype ژنوتیپ	1	13082**	0.000016*	2609**	34.5**	6.79**	33.6**
Temperature دما	2	1726**	0.000029**	51.9**	5.27**	32.7**	5.27*
Priming پرایمینگ	5	2057**	0.000015**	4.87**	23.8**	5.10**	12.6**
Temperature× Genotype ژنوتیپ ×دما	2	1941**	0.000014**	20.0**	44.6**	8.05**	0.38ns
Priming× Genotype ژنوتیپ ×پرایمینگ	5	1791**	0.0000081*	1.15**	2.53ns	4.63**	3.00ns
Priming×Temperature دما ×پرایمینگ	10	770**	0.0000082**	3.11**	15.1**	3.12**	2.69*
Temperature× Priming ×Genotype ژنوتیپ ×دما ×پرایمینگ	10	441**	0.000049ns	0.84**	3.72ns	2.76**	0.90ns
Error خطا	108	129	0.0000026	0.16	2.15	0.90	1.38
درصد ضریب تغییرات CV%		43.6	47.7	43.6	48.9	45.9	51.8

ns، ** و *: به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد

ns, ** and *: Non significant and significant at 1% and 5%, respectively

جدول ۲- منابع تغییر درجه آزادی و سطح احتمال برش‌دهی دما در ژنوتیپ× پرایمینگ بر درصد سبزشدن

Table 2. Source of variance, probability level and degree freedom of the slicing temperature of genotype× priming on the percentage of emergence

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	Temperature (°C)دما 5	10	15
Genotypeژنوتیپ	1	12963**	732*	3272**
Primingپرایمینگ	5	2086**	385*	1125**
Priming ×Genotype ژنوتیپ×پرایمینگ	5	1305**	1220**	147ns
Errorخطا	36	114	121	151
درصد ضریب تغییراتCV%		32.9	53.7	48.9

ns، ** و *: به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد

ns, ** and *: Non significant and significant at 1% and 5%, respectively

جدول ۳- برش‌دهی اثر دما در ژنوتیپ× پرایمینگ بر درصد سبزشدن

Table 3. The slicing effete of temperature on genotype× priming in the percentage of emergence

پرایمینگ Priming	ژنوتیپ Genotype		دما Temperature(°C) 5	10
اسیدجیبرلیک Gibberellic acid	Calposh	کالپوش	45.0[b]	34.4[ab]
	Robat	رباط	64.4[a*]	10.0[cd]
محلول آبنوش دایان Dayan seed solution	Calposh	کالپوش	26.9[cd]	10.0[cd]
	Robat	رباط	36.6[bc]	8.75[cd]
سولفات‌روی Zinc sulfate	Calposh	کالپوش	3.75[c]	22.5[bc]
	Robat	رباط	11.3[e]	8.75[cd]
نیترات‌پتاسیم Potassium nitrate	Calposh	کالپوش	12.5[de]	2.50[d]
	Robat	رباط	68.1[a]	40.0[a]
هیدروپرایمینگ Hydro priming	Calposh	کالپوش	5.00[c]	17.5[cd]
	Robat	رباط	40.0[bc]	37.5[ab]
شاهد Control	Calposh	کالپوش	2.50[c]	12.5[cd]
	Robat	رباط	72.5[a]	41.3[a]

*میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر صفت در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD ندارند.

* The means of the same characters in each attribute in the 5% probability level are not significantly different from the LSD test.

جدول ۴- اثر ژنوتیپ و دما بر سرعت ۵۰ درصد سبزشدن و ارتفاع بوته بذر دو ژنوتیپ عدس در شرایط کنترل‌شده

Table 4. Effect of genotype and temperature on 50% germination rate and plant height of two lentil genotypes under control conditions

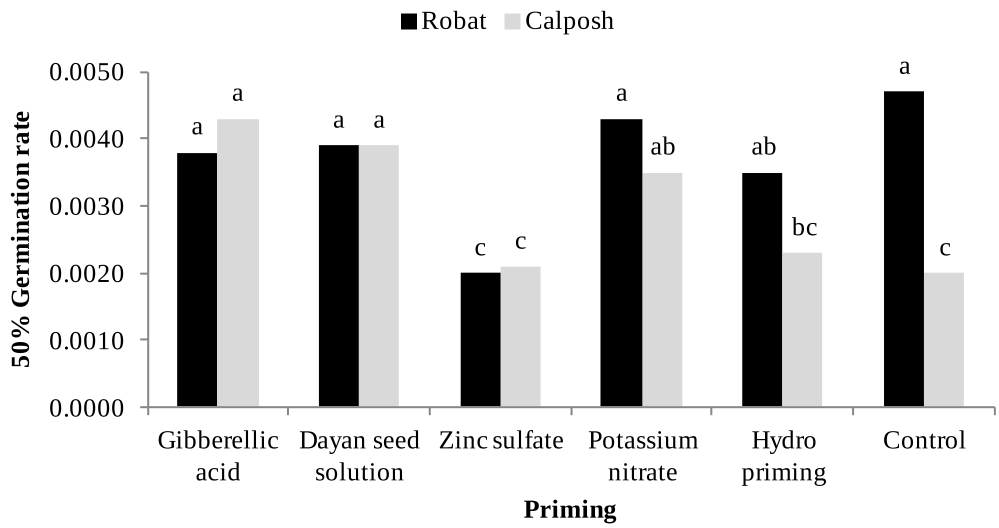
دما Temperature (°C)	ژنوتیپ Genotype		سرعت ۵۰ درصد سبزشدن 50% Germination rater	ارتفاع بوته Plant height (cm)
5	رباط	Robat	0.0032[bc]	0.48[d]
	کالپوش	Calposh	0.0025[d]	0.30[d]
10	رباط	Robat	0.0028[b]	1.39[c]
	کالپوش	Calposh	0.0032[dc]	1.81[c]
15	رباط	Robat	0.0051[a]	8.59[a]
	کالپوش	Calposh	0.0034[b]	5.41[b]

*میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر صفت در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD ندارند.

* The means of the same characters in each attribute in the 5% probability level are not significantly different from the LSD test.

با توجه به این‌که ژنوتیپ کالپوش نسبت به ژنوتیپ رباط از قدرت جوانه‌زنی کمتری برخوردار می‌باشد، تیمارهای پرایمینگ توانستند قدرت این ژنوتیپ را افزایش دهند. اما در ژنوتیپ رباط که از قدرت بیشتری برخوردار می‌باشد، تیمارهای پرایمینگ نتوانستند باعث بهبود قدرت این ژنوتیپ شوند. چون این بذور می‌توانند فاصله زمانی که بذرهای پرایم‌شده طی کرده‌اند را جبران نمایند و به این دلیل بذرهای پرایم نتوانستند به خوبی اثر خود را نشان دهند.

اثر دما و پرایمینگ بر سرعت سبزشدن نشان داد که تنها در سولفات‌روی و هیدروپرایمینگ با افزایش دما از پنج به ۱۰درجه سانتی‌گراد این ویژگی افزایش یافت. در سایر تیمارها با افزایش دما از پنج به ۱۰ درجه سانتی‌گراد درصد سبزشدن کاهش و با افزایش دما به ۱۵ درجه سانتی‌گراد درصد سبزشدن روند صعودی پیدا کرد. بیشترین سرعت سبزشدن از ترکیب پرایمینگ با آبنوش بذر دایان و دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد حاصل شد (جدول ۵). تیمارهای مختلف پرایمینگ اثرات متفاوتی بر خصوصیات بذور می‌گذارند، به‌طوری‌که در این اثر مورد بررسی، برخی از تیمارهای پرایمینگ نسبت به شاهد در دماهای مختلف از سرعت سبزشدن بیشتری برخوردار می‌باشند و برخی دیگر از تیمارها از سرعت کمتری برخوردارند. تیمار اسیدجیبرلیک و محلول آبنوش دایان نسبت به سایر تیمارها در دماهای مختلف (به جزء دمای ۱۰ درجه‌سانتی‌گراد) نسبت به بذور شاهد از سرعت سبزشدن بالاتری برخوردار می‌باشند. در مطالعه اثر بذور پرایمینگ یونجه یک‌ساله (*Medicago scutellata* L.) نتایج نشان داد که پرایمینگ بذور باعث بهبود خصوصیات جوانه‌زنی از جمله سرعت جوانه‌زنی در دماهای پایین (سه درجه سانتی‌گراد) نسبت به بذور شاهد می‌گردد (Yaran Pour & Porfalahi, 2017).



شکل ۱- تأثیر سطوح مختلف برش‌دهی پرایمینگ و ژنوتیپ بر اساس دما بر سرعت سبزشدن عدس

Fig. 1. Effect of different levels of slicing priming and genotype based on the temperature on 50% Germination rate of lentil seed

جدول ۵- اثر پرایمینگ و دما بر صفات سبزشدن بذر دو ژنوتیپ عدس در شرایط کنترل‌شده

Table 5. Effect of priming and temperature on seed emergence characteristics of two lentil genotypes under control conditions

پرایمینگ **Priming**	دما **Temperature(˚C)**	سرعت ۵۰ درصد سبزشدن **50% Germination rate**	ارتفاع بوته **Plant height (cm)**	طول ریشه **Root length (cm)**
اسیدجیبرلیک Gibberellic acid	5	0.0039^{b-d}	0.97^{e-g}	2.76^{b-d}
	10	0.0033^{c-e}	2.68^{c}	1.57^{ef}
	15	0.0048^{a-c}	9.21^{a}	1.51^{ef}
محلول آبنوش دایان Dayan seed solution	5	0.0035^{c-e}	0.46^{fg}	4.04^{a}
	10	0.0023^{ef}	0.95^{e-g}	3.03^{a-c}
	15	0.0060^{a}	9.16^{a}	3.14^{ab}
سولفات‌روی Zinc Sulfate	5	0.0011^{f}	0.22^{g}	1.08^{f}
	10	0.0029^{de}	1.15^{e-g}	1.54^{ef}
	15	0.0021^{ef}	2.52^{c}	0.95^{f}
نیترات‌پتاسیم Potassium Nitrate	5	0.0042^{b-d}	0.26^{g}	3.19^{ab}
	10	0.0023^{ef}	0.84^{e-g}	1.35^{ef}
	15	0.0053^{ab}	$7.6^{b}0$	3.05^{a-c}
هیدروپرایمینگ Hydro priming	5	0.0021^{ef}	0.16^{g}	2.84^{b-d}
	10	0.0034^{c-e}	1.84^{c-f}	2.39^{b-e}
	15	0.0031^{de}	6.31^{b}	1.69^{d-f}
شاهد Control	5	0.0023^{ef}	0.27^{g}	1.95^{d-f}
	10	0.0036^{c-e}	2.16^{ce}	2.35^{b-e}
	15	0.0042^{b-d}	2.27^{b}	2.34^{b-e}

*میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر صفت در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD ندارند.

* The means of the same characters in each attribute in the 5% probability level are not significantly different from the LSD test.

قدرت بذر

ژنوتیپ، پرایمینگ و دما و برهمکنش آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر قدرت بذر داشتند (جدول ۱). برش‌دهی اثرات ژنوتیپ× پرایمینگ بر اساس دما نشان داد که در دمای ۱۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد، اثرات متقابل این دو در سطح احتمال یک درصد ($P \leq 0.01$) بر قدرت بذرمعنی‌دار می‌باشد (جدول۶).

جدول ۶- منابع تغییر، درجه آزادی و سطح احتمال برش‌دهی اثرات ژنوتیپ× پرایمینگ بر اساس دما بر قدرت بذر

Table 6. Source of variance, probability level and degree freedom of the slicing effects of genotype× priming based on the temperature on the seed vigor

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	Temperature (°C) دما 5	10	15
Genotype ژنوتیپ	1	0.38^{**}	0.05^{ns}	66.4^{**}
Priming پرایمینگ	5	0.30^{**}	0.57^{**}	10.2^{**}
Priming ×Genotype ژنوتیپ×پرایمینگ	5	0.04^{ns}	0.92^{**}	1.86^{**}
Error خطا	36	0.04	0.11	0.33
CV% درصد ضریب تغییرات		75.3	75.2	27.2

ns، ** و *: به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد

ns, ** and *: Non significant and significant at 1% and 5%, respectively

بالاترین قدرت بذر در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد از ترکیب ژنوتیپ رباط و محلول آبنوش دایان حاصل شد که با ژنوتیپ رباط و پرایم اسیدجیبرلیک اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۷) و سایر تیمارهای پرایمینگ نسبت به شاهد از قدرت کمتری برخوردار بودند. در ارتباط با ژنوتیپ کالپوش تمامی تیمارهای پرایمینگ نسبت به شاهد از قدرت کمتری برخوردار بودند (جدول ۷). در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین قدرت بذر از ترکیب ژنوتیپ کالپوش و اسیدجیبرلیک به‌دست آمد که نسبت به همین ژنوتیپ و شاهد باعث افزایش ۸۱/۳درصدی در قدرت بذر شد، ولی با ژنوتیپ رباط و شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۷). در تمامی ترکیب‌های پرایمینگ (به جز پرایم سولفات‌روی و هیدروپرایمینگ) با افزایش دما از ۱۰ به ۱۵ درجه سانتی‌گراد قدرت بذر نیز افزایش یافت که بیشترین مقدار این افزایش از محلول آبنوش دایان با ۹۶/۹ درصد افزایش حاصل شد. در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد پرایمینگ با اسیدجیبرلیک، سولفات‌روی و هیدروپرایمینگ و در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد پرایمینگ با اسیدجیبرلیک، محلول آبنوش دایان و نیترات‌پتاسیم نسبت به شاهد از قدرت بیشتری برخوردار بودند. با توجه به این‌که این شاخص از حاصل‌ضرب درصد سبزشدن و ارتفاع گیاهچه حاصل می‌شود و بیشترین ارتفاع گیاهچه در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد و ژنوتیپ رباط حاصل شده است، لذا این شاخص نیز در این دما و ژنوتیپ بیشتر شده است.

جدول ۷- اثر برش‌دهی ژنوتیپ و پرایمینگ بر اساس دما بر قدرت بذر دو ژنوتیپ عدس در شرایط کنترل‌شده

Table 7. Effect of slicing genotype and priming based on the temperature on seed vigor of two lentil genotypes under control conditions

پرایمینگ Priming	ژنوتیپ Genotype		Temperature(°C) دما 10	15
Gibberellic acid اسیدجیبرلیک	Robat	رباط	0.25^{bc}	4.40^{ab}
	Calposh	کالپوش	1.39^{a}	1.65^{cd}
Dayan seed solution محلول آبنوش دایان	Robat	رباط	0.15^{bc}	4.91^{a}
	Calposh	کالپوش	0.12^{c}	1.92^{c}
Zinc sulfate سولفات‌روی	Robat	رباط	0.21^{bc}	0.67^{ef}
	Calposh	کالپوش	0.33^{bc}	0.15^{ef}
Potassium nitrate نیترات‌پتاسیم	Robat	رباط	0.47^{bc}	3.59^{b}
	Calposh	کالپوش	0.05^{c}	0.95^{de}
Hydro priming هیدروپرایمینگ	Robat	رباط	0.61^{b}	2.22^{c}
	Calposh	کالپوش	0.28^{bc}	0.13^{f}
Control شاهد	Robat	رباط	1.12^{a}	3.88^{b}
	Calposh	کالپوش	0.26^{bc}	0.77^{ef}

*میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر صفت در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD ندارند.

* The means of the same characters in each attribute in the 5% probability level are not significantly different from the LSD test.

مطالعه اثر پرایمنگ بر بذور عدس نشان داد که بیشترین قدرت بذر از پرایمینگ با اسیدجیبرلیک حاصل شد (Azarnia *et al*., 2016). همچنین (Esvand *et al*, (2008 گزارش نمودند که غلظت زیاد اسیدجیبرلیک (۱۵۰ پی‌پی‌ام) سبزشدن بذر علف‌گندمی بلند (*Agropyron elongatum* L.) را کاهش داد؛ اما در بذرهای پرایم‌شده با اسیدجیبرلیک ۱۰۰ قسمت در میلیون، سرعت سبزشدن در شرایط بدون تنش خشکی تا ۴۳درصد و قدرت بذر تا ۴۰ درصد افزایش یافت. در آزمایشی که بر روی بذور گندم (*Triticum aestivum* L.) صورت گرفت، بیان شد که با کاهش قدرت بذر و کاهش جوانه‌زنی پرایمینگ می‌تواند باعث بهبود جوانه‌زنی گردد (Jamali *et al*., 2017).

ارتفاع بوته

برهمکنش‌های ژنوتیپ و دما و دما و پرایمینگ تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته عدس داشتند (جدول۱). در هر دو ژنوتیپ عدس با افزایش دما از پنج به ۱۵ درجه سانتی‌گراد ارتفاع بوته افزایش یافت (جدول ۴). با افزایش دما از پنج به ۱۵درجه سانتی‌گراد، هر دو ژنوتیپ به درصد یکسانی افزایش ارتفاع داشتند (جدول ۴). بالاترین ارتفاع گیاه از ترکیب ژنوتیپ رباط دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد به‌دست آمد که با سایر دماها و ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۴).

در برهمکنش دما و پرایمینگ بیشترین ارتفاع بوته از ترکیب اسیدجیبرلیک و دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد به دست آمد (جدول ۵). در تمامی تیمارهای پرایمینگ با افزایش دما از پنج به ۱۵ درجه سانتی‌گراد ارتفاع گیاه نیز افزایش پیدا کرد که بیشترین مقدار افزایش از پرایم اسیدجیبرلیک حاصل شد (جدول ۵). در دمای پنج درجه سانتی‌گراد پرایمینگ با اسیدجیبرلیک و محلول آبنوش دایان نسبت به شاهد از ارتفاع بیشتری برخوردار بود (جدول ۵). در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد فقط پرایمینگ با اسیدجیبرلیک نسبت به شاهد از ارتفاع بالاتری برخوردار بود (جدول ۵). در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد پرایمینگ با اسیدجیبرلیک، محلول آبنوش دایان و نیترات‌پتاسیم نسبت به شاهد از ارتفاع بیشتری برخوردار بودند (جدول ۵). افزایش دما باعث افزایش سرعت واکنش‌های بیوشیمیایی از جمله فتوسنتز و تنفس شده که باعث افزایش رشد گیاه و افزایش ارتفاع گیاه می‌شود. همچنین اسیدجیبرلیک در تقسیم و بزرگ‌شدن سلولی نقش دارد که عاملی برای افزایش ارتفاع گیاه می‌باشد. گزارش شده است که با کاهش دما، ارتفاع ساقه اصلی عدس نیز کاهش یافته است، به‌طوری‌که ژنوتیپ MLC60 نسبت به رباط ۶۵ درصد از طول ساقه بیشتری برخوردار بود (Nezami *et al*., 2011).

تعداد برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تمامی تیمارها و برهمکنش آن‌ها بر تعداد برگ معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱). برش‌دهی اثرات ژنوتیپ× پرایمینگ بر اساس دما نشان داد که در دمای ۱۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد، اثرات متقابل آن‌ها در سطح احتمال یک درصد ($P\leq 0.01$) معنی‌دار می‌باشد (جدول۸).

جدول ۸- منابع تغییر، درجه آزادی و سطح احتمال برش‌دهی اثرات ژنوتیپ× پرایمینگ بر اساس دما بر تعداد برگ

Table 8. Source of variance, probability level and degree freedom of the slicing effects of genotype× priming based on the temperature on the leaf number

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	Temperature (°C) دما 5	10	15
Genotypeژنوتیپ	1	1.33^{ns}	1.30^{ns}	20.2**
Primingپرایمینگ	5	2.00**	0.84^{ns}	8.50**
Priming ×Genotype ژنوتیپ×پرایمینگ	5	0.93^{ns}	4.72**	4.50**
Errorخطا	36	0.55	1.05	1.09
CV% درصد ضریب تغییرات		49.7	60.6	34.7

ns و **: به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد

ns and **: Non significant and significant at 1% , respectively

از آن‌جا که با افزایش سطح برگ، درصد جذب نور افزایش می‌یابد، پس در ابتدای فصل رشد (که کیفیت نور پایین است) اگر سطح برگ مناسبی تولید شود، گیاه موفق‌تر است و با توجه به این موضوع که هر گیاهی که در ابتدای فصل رشد که کیفیت نور جهت رشد و فتوسنتز پایین است، سطح برگ مناسب داشته باشد، زیست‌توده و عملکرد مناسبی تولید خواهد کرد (Azarnia *et al*., 2016). در هر دو ژنوتیپ (به‌جز ژنوتیپ کالپوش و شاهد) با افزایش دما از پنج به ۱۵ درجه

سانتی‌گراد تعداد برگ افزایش معنی‌داری یافت (جدول ۸). با توجه به این‌که با افزایش دما شرایط برای رشد و افزایش فتوسنتز فراهم می‌شود، لذا تعداد برگ نیز افزایش پیدا کرده است (Emam & Nicknegad, 2011). در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد، بیشترین تعداد برگ از ژنوتیپ رباط و محلول آبنوش دایان به‌دست آمد و در مورد ژنوتیپ کالپوش بیشترین میزان تعداد برگ از پرایم با نیترات‌پتاسیم حاصل شد (جدول۹). در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد در ژنوتیپ رباط تیمار سولفات‌روی موجب کاهش معنی‌دار تعداد برگ گردید و سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۹). از طرف دیگر در ژنوتیپ کالپوش تیمارهای شاهد، سولفات‌روی و هیدروپرایمینگ نسبت به سایر تیمارها از تعداد برگ کمتری برخوردار بودند (جدول ۹). در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد در ژنوتیپ رباط پرایم با نیترات‌پتاسیم و شاهد و در ژنوتیپ کالپوش تمامی پرایم‌ها (به‌جز پرایم با نیترات پتاسیم) از تعداد برگ بیشتری برخوردار بودند (جدول ۹). این نتایج نیز تأیید می‌کند که ژنوتیپ کالپوش از قدرت کمتری نسبت به ژنوتیپ رباط برخوردار می‌باشد، لذا به پرایمینگ بهتر جواب می‌دهد. بیان شده است که پرایمینگ با آب در شرایط مزرعه توانسته است که سطح برگ نخود را افزایش دهد (Azarnia & Esvand, 2013).

جدول ۹- اثر برش‌دهی ژنوتیپ و پرایمینگ بر اساس دما بر تعداد برگ بذر دو ژنوتیپ عدس در شرایط کنترل‌شده

Table 9. Effect of slicing genotype and priming based on the temperature on leaf number of two lentil genotypes under control conditions

پرایمینگ Priming	ژنوتیپ Genotype		دما Temperature(°C) 10	15
Gibberellic acid اسیدجیبرلیک	Calposh	کالپوش	3.13[a]	3.13[ab]
	Robat	رباط	0.58[cd]	4.00[a]
Dayan seed solution محلول آبنوش دایان	Calposh	کالپوش	2.00[abc]	3.96[a]
	Robat	رباط	0.92[bcd]	4.31[a]
Zinc Sulfate سولفات‌روی	Calposh	کالپوش	1.88[abc]	1.19[c]
	Robat	رباط	1.44[bcd]	1.80[bc]
Potassium Nitrate نیترات‌پتاسیم	Calposh	کالپوش	0.19[d]	4.13[a]
	Robat	رباط	2.25[ab]	3.77[a]
Hydro priming هیدروپرایمینگ	Calposh	کالپوش	2.04[abc]	0.94[c]
	Robat	رباط	1.63[bcd]	3.90[a]
Control شاهد	Calposh	کالپوش	1.92[abc]	0.88[c]
	Robat	رباط	2.36[ab]	4.23[a]

*میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر صفت در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD ندارند.

* The means of the same characters in each attribute in the 5% probability level are not significantly different from the LSD test.

طول ریشه

برهمکنش دما و پرایمینگ بر طول ریشه نشان داد که در دمای پنج درجه سانتی‌گراد تمامی تیمارهای پرایمینگ (به‌جز پرایمینگ سولفات‌روی) نسبت به شاهد، در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد پرایمینگ با محلول آبنوش دایان، نیترات‌پتاسیم و هیدروپرایمینگ و در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد پرایمینگ با محلول آبنوش دایان و نیترات‌پتاسیم نسبت به شاهد از طول ریشه بیشتری برخوردار بودند (جدول ۵). بیشترین طول ریشه از ترکیب محلول آبنوش دایان دمای پنج درجه سانتی‌گراد حاصل شد (جدول ۵). بیان شده است که بیشترین طول ریشه و ساقه عدس از پرایمینگ با پلی اتیلن گلایکول پنج درصد تحت کشت در مناطق خشک به دست آمده است (Ramezani & Rezaei Sokht-Abandani, 2013). در دماهای پایین (پنج درجه سانتی‌گراد) به دلیل سخت‌بودن شرایط و وجود تنش، گیاهان بیشتر انرژی خود را صرف رشد ریشه می‌کنند تا بتوانند به بقاء خود ادامه دهند. پرایمینگ بذور خیار (*Cucumis sativus*) باعث بهبود طول ریشه‌چه و کاهش نشت الکترولیت ریشه‌چه نسبت به بذور شاهد در دمای شش درجه سانتی‌گراد نسبت به دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد شد (Ghazian Tafreshy *et al*., 2016).

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که ژنوتیپ رباط از نظر قدرت بذر و سایر خصوصیات سبزشدن نسبت به ژنوتیپ کالپوش برتری دارد که می‌توان جهت کشت این ژنوتیپ را توصیه کرد. با توجه به این‌که ژنوتیپ رباط از بنیه بالاتری برخوردار است،

لذا تیمارهای مختلف پرایمینگ نتوانستند اثر مثبت خود را بگذارند، زیرا این بذور می‌توانند فاصله زمانی را که بذرهای پرایم‌شده طی کرده‌اند، جبران کنند؛ ولی در مورد ژنوتیپ کالپوش که از بنیه ضعیف‌تری برخوردار است، تیمارهای پرایمینگ به‌ویژه اسیدجیبرلیک باعث بهبود خصوصیات سبزشدن این ژنوتیپ شده‌اند. پرایمینگ با اسیدجیبرلیک و نیترات‌پتاسیم بیشترین تأثیر را از نظر کاهش اثرات دمای پایین (پنج درجه سانتی‌گراد) بر خصوصیات سبزشدن بذر عدس داشتند. به طور کلی می‌توان پرایمینگ بذور عدس با اسیدجیبرلیک را برای کشت پاییزه و یا کشت زود هنگام بهاره توصیه کرد.

منابع

1. AbuTaliban, M.A., and Mohagheghi, A. 2015. Effect of different seed priming treatments on yield and yield components of lentil under drought stress conditions. Journal of Crop Production and Processing 5(15): 129-140. (In Persian).
2. Azarnia, M., Biabani, A., Esvand, H.R., and Poor Alamdari, G. 2016. Study on the effect of mycorrhizal inoculation and seed priming on root and aerial part characteristics of lentil. Journal of Plant Production Research 22(3): 27-53. (In Persian).
3. Azarnia, M., and Esvand, H.M. 2013. Effect of hydroperiming and hormonal priming on yield and yield components of chickpea in dry and wet conditions. Journal of Crop Production 6(4): 1-18. (In Persian with English Summary).
4. Davey, M.W., Stals, E., Panis, B., Keulemans, J., and Swennen, R.I. 2005. High throughput of malondialdehyde in plant. Analytical Biochemistry 347: 201-207.
5. Emam, Y., and Nicknegad, V. 2011. Introduction to physiology of crop yield. Shiraz University Publication Center. 594 p. (In Persian).
6. Eskandari, H., and Alizadeh-amraie, A. 2014. Improvement of lentil germination performance under salt and drought conditions using seed priming treatments. Seed Science and Technology 1(42): 87-91.
7. Esvand, H.R., Tavakol Afshari, R., Sharifzadeh, F., Modarat Arefi, H., and Hesamzadeh Hejazi, M. 2008. Improvement of physiological quality of *Agropyron elongatum* host by means of hormonal priming for controlling drought conditions. Journal of Agricultural Sciences of Iran 1(39): 53-65. (In Persian).
8. Ghassemi-Golezani, K., Aliloo, A.A., Valizadeh, M., and Moghaddam, M. 2008. Effects of different priming techniques on seed invigoration and seedling establishment of lentil *(Lens culinaris* Medik*)*. Journal of Food, Agriculture and Environment 6(2): 222-226.
9. Ghassemi-Golezani, K., and Dalil, B. 2011. Germination and Seed Power Testing. Mashhad University Press. 104 p. (In Persian).
10. Ghazian Tafreshy, G., Arouei, H., Azizi, M., Khazaee, H., and Vesal, S.R. 2016. Effect of spermidine on induction of cold tolerance in cucumber seedlings of Superdamineum cultivar. Journal of Horticulture 30(3): 547-554. (In Persian).
11. Jamali, M., Ghaderi-Far, F., Sadeghipour, H.R., Soltani, E., and Alimagham, S.M. 2017. Evaluation of germination of wheat seeds with different levels of seed vigor by using the hydrotime model. Environmental Stresses in Crop Sciences 10(3): 403-413. (In Persian).
12. Johansen, C., Baldev, B., Brouwer, J.B. Erskine, W., Jermyn, W.A., Li-juan, L., Malik, B.A., Ahad Miah, A., and Slim, S.N. 1994. Biotic and abiotic stresses constraining productivity of cool season food legumes In: F.J. Muehlbauer and W.J. Kaiser (Eds.). Expanding the Production and Use of Cool Season Food Legumes. Kluwer Academic Pub. Printed the Netherlands. 175-194.
13. Kamkar, B., Ahmadi, M, Mahdavi-Damghani, A., and Villalobos, F.J. 2012. Quantification of the cardinal temperatures and thermal time requirement of opium poppy (*Papaver somniferum* L.) seeds to germinate using non-linear regression models. Industrial Crop and Products 35: 192-198.
14. Kujawski, M., Cichosz, G., Podhajna, E., and Sanko, B. 2003. Effect of temperature on proteolysis and organoleptic properties of Edam-type cheese. Food Science and Technology 6: 207-219.
15. Majda, C., Khalid, D., Aziz, A., Rachid, B., Badr, A.S., Lotfi, A., and Mohamed, B. 2019. Nutri-priming as an efficient means to improve the agronomic performance of molybdenum in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Science of Total Environment 661: 654-663.
16. Mansoori, B., and Abutalebian, M.A. 2013. Effect of on-farm seed priming and supplementary irrigation on emergence rate, yield and yield components of two chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. Journal of Plant Production Research 20(2): 179-196. (In Persian with English Summary).

17. Mehdi Nejad Moghadam, N., Saffalian., O., Zare, N., Sedghi, M., and Karimizadeh, R.A. 2018. The effect of salinity stress on some morphological traits of different lentil cultivars. Second National Conference on Salt Stress in Plants and Strategies for Agricultural Development in Salt: 14 and 15 September. Shahid Madani University of Azerbaijan. 6-10. (In Persian).
18. Moradi, R., Alizadeh, Y., Nezami, A., and Eshghizadeh, H.R. 2013. Study of lentil (*Lens culinaris* Medik.) seed size on germination and seedling properties in drought stress condition. Iranian Journal of Field Crops Research 11(3): 377-389. (In Persian with English Summary).
19. Mousavi, C.K., and Ahmadi, A.R. 2009. The effect of planting date and weeds on the performance of three lentil cultivars (*Lens culinaris* Med.) in Khorramabad dryland conditions. Agricultural Research: Water, Soil and Plant in Agriculture 8(1): 13-26. (In Persian).
20. Naguib, D.M. 2019. Metabolic profiling during germination of hydro primed cotton seeds. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology 17: 422-426.
21. Nezami, A., Khazaei, H., Shojaeinoferest, K., and Rezaei, J. 2011. Evaluationof freezing tolerance of lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes under controlled conditions. Crop Production in Environmental Stress 3(1 and 2): 45-58. (In Persian).
22. Qayyum, M.M.N., Butt, M.S., Anjum, F.M., and Nawaz, H. 2012. Composition analysis of some selected legumes for protein isolates recovery. The Journal of Animal and Plant Sciences 22(4): 1156-1162.
23. Ramezani, M., and Rezaei Sokht-Abandani, R. 2013. Effects of osmopriming on lentil seed germination components in arid areas. Technical Journal of Engineering and Applied Sciences 3(17): 2002-2006.
24. Sakar, D., Durutan, N., and Meyveci, K. 1988. Factors which limit the productivity of cool season food legumes in Turkey. p 37-146. In: R.J. Summerfield (Ed.). World Crops: Cool Season Food Legumes. Kluwer, the Netherlands.
25. Sanghera, G., Wani, S.H., Hussain, W., and Singh, N. 2011. Engineering cold stress tolerance in crop plants. Current Genomics 12: 30-43.
26. Saxena, M.C. 1993. The challenge of developing biotic and abiotic stress resistance in cool season food legumes. In: K.B. Singh and M.C. Saxena (Eds.). Breeding for Stress Tolerance in Cool-Season Legumes. John Wiley and Sons, New York, p. 3-14.
27. Sharifi, H., Sadeghian, S.Y., and Hosseinpor, M. 2000. Autumn- Sown Sugar Beet Production: Present and Future. Sugar Beet Seed Institute. (In Persian).
28. Singh, K.B., and Saxena, M.C. 1993. Breeding for Stress Tolerance in Cool-Season Food Legumes. Chichester, UK: Wiley, 635: 52-65.
29. Torabi, B., and Soltani, A. 2013. Quantifying response of chickpea emergence to air temperature. Journal of Crop Production and Processing 2(6): 109-120. (In Persian).
30. Toselli, M.E., and Casenave, E.C. 2002. The hydrotime model analysis of cottonseed germination as tool in priming. Seed Science and Technology 30(3): 549-557.
31. Yaran Pour, M., and Porfalahi, F. 2017. Seed priming effect on germination parameters of alfalfa seed under cold stress conditions. Seventh National Conference on New Ideas in Agriculture. (In Persian).
32. Yusefi Tanha, E., Fallah, S., and Taddayon, A. 2015. Effect of seed priming on some effective physiological parameters on seed germination of pea (*Pisum sativum* L.) under chilling stress. Journal of Plant Process and Function 4(13): 1-15. (In Persian).
33. Zyai, S.M., Nezam, A., Valizadeh, J., and Jafari. M. 2012. Evaluation of possible autumn planting of lentil in Saravan condition. Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) 104: 55-62. (In Persian with English Summary).

Iranian Journal of Pulses Research
Homepage: **https://ijpr.um.ac.ir**
Vol. 13, No. 1, June 2022, p. 24-36 (Original Research Article)

Effect of priming and temperature on emergence and establishment of two lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes featuring low and high seed vigor

Azari[1], Seyyed Jalal; Parsa[2], Mahdi; Nezami[3], Ahmad; Tavakol Afshari[4], Reza; and Nabati[5]*, Jafar

1. PhD. Student of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University; sjamnt@gmail.com
2. Contribution from Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad; parsa@um.ac.ir
3. Contribution from Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad; nezami@um.ac.ir
4. Contribution from Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, tavakolafshari@um.ac.ir
5. Contribution from Department of Legumes, Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad; jafarnabati@ferdowsi.um.ac.ir

Received: 22 October 2019; **Revised:** 16 May 2020
Accepted: 4 November 2020; **Available Online:** 22 June 2022

How to cite this article:
Azari, S.J., Parsa, M., Nezami, A., Tavakol Afshari, R., and Nabati, J. 2022. Effect of priming and temperature on emergence and establishment of two lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes featuring low and high seed vigor. Iranian Journal of Pulses Research 13(1): 24-36. (In Persian with English Summary). DOI: 10.22067/ijpr.v13i1.83891

Introduction

Beans, due to their significant nutritional and crop characteristics, have a high rank in agricultural systems of the world. These plants, by fixing air nitrogen, can increase the amount of nitrogen in the soil. Beans have a long history of cultivation in Iran, and some believe that some of them, such as lentil (*Lense culinaris* Medik) and chickpea (*Cicer arietinu*m L.), have been domesticated in this country. The lentils are cold and long day and can be cultivated from 0 to 3500 m above sea level, the temperature suitable for growing lentils is 15-25 °C. Spring cultivation of lentils although common in Iran, winter cultivation of lentils has advantages over spring cultivation if successful. Previous research showed that the average plant height of lentils in autumn and winter was 43% higher than spring planting and the highest yield of lentils (1486 $kg.ha^{-1}$) was obtained from autumn planting. Autumn cultivation is usually accompanied by a low temperature challenge. Low temperatures often affect the growth and productivity of crops, causing significant crop losses. Delay in emergence and decrease in germination percentage of seeds occur due to autumn cold, so priming can be used for seed germination. The purpose of this study was the effects of different priming treatments on reducing cold stress effects on emergence and growth of two lentil genotypes.

Material and Methods

The experiment was conducted as a factorial based on completely randomized design with four replications under controlled conditions in 2017 at Ferdowsi University of Mashhad. Factors consisted of lentil genotypes (Robat and Calposh), priming (6 levels of control, Gibberellic acid ($C_{19}H_{22}O_6$), Potassium nitrate (KNO_3), Zinc sulphate ($ZnSO_4$), seed priming Dayan and hydropriming) and temperature (5, 10 and 15ºC). To test and apply treatments, 40 seeds were randomly selected for each treatment. After the end of the priming period (16 h), the seeds were removed from the solution and then placed in the laboratory for 24 h until complete drying. The prepared seeds were 10 seeds in pots of 11 cm diameter light soil and transferred

* **Corresponding Author:** jafarnabati@ferdowsi.um.ac.ir

to the growth chamber. Then the studied properties were measured. Data were analyzed using SAS 9.4 software and the means were compared with LSD at 5% probability level.

Results and Discussion

The highest emergence percentage (72.5%) was found in Robat in control and 5ºC. Seed vigor in Robat genotype at 15 °C was higher than Calposh genotype, and in both genotypes (with the exception of Calposh genotype the priming primer with zinc sulphate and hydro-priming), the seed vigor increased with temperature. The highest seed vigor (4.91) was found in Robat in 15ºC and priming by seed priming Dayan. The highest plant height was observed in priming by gibberellic acid and 15ºC. In both genotypes, leaf number per plant was increased as temperature increased and was decreased when treated by $ZnSO_4$ and Hydropriming in Calposh. The highest leaf number per plant (4 leaves) was found in Robat in 15ºC and priming by seed priming Dayan. The highest root length (4.04 cm) was observed in seed priming Dayan and 15ºC. The interaction of temperature and priming on root length showed that at 5 °C all priming treatments (with the exception of sulfate priming) compared to the control, at 10 °C priming with Dayan seed solution, potassium nitrate and 15 °C hydropriming. Dayan seed solution and potassium nitrate had more root length than control. Seedlings Robat appear to have higher seed vigor and can compensate for the time elapsed before priming, but seedlings Calposh that are less potent, priming treatments have been able to improve seed vigor.

Conclusion

The results of this study showed that the Robat genotype in terms of seed vigor and other emergence characteristics was better than Calposh genotype. As the Robat genotype has higher vigor, so different priming treatments could not have a positive effect. Priming with gibberellic acid and potassium nitrate had the greatest effect in reducing the effects of low temperature (5 °C) on the emergence characteristics of lentil seed. In general, priming with gibberellic acid seeds for autumn or early spring cultivation can be recommended.

Keywords: Cold stress، Legumes، Percentage of germination، Seed vigor and Hydro priming